

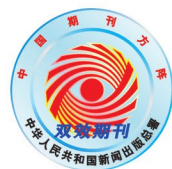
服务 • 品牌 • 创新

中国核心期刊(遴选)数据库 CNKI中国学术期刊网络出版总库 中文科技期刊数据库 中国期刊方阵期刊

ISSN1002-1388  
CN50-1072/TM

# 电工技术

## ELECTRIC ENGINEERING



### 2022/11

### HINAC 华自科技

## 具有总包能力的电力自动化 整体解决方案提供商



方案设计



产品制造



设备安装



增值服务



华自科技股份有限公司 (股票简称: 华自科技 股票代码: 300490)

HINAC TECHNOLOGY CO., LTD.

电话: 0731-88238888转8402

网址: www.cshnac.com 邮箱: hinc@csnac.com

地址: 湖南省长沙市高新区麓谷麓松路609号

关注官方微信号, 回复“杂志”赢礼品!

万方数据

ISSN 1002-1388



电  
工  
技  
术

2022年  
第11期

总第569期



电工技术 官方微信

主管单位: 重庆西南信息有限公司  
(原科技部西南信息中心)

主办单位: 重庆西南信息有限公司  
重庆市电机工程学会

编辑出版: 《电工技术》编辑部

协办单位: 重庆市电源学会

社长: 陈伟

总编: 徐书令

编委会 (按姓氏拼音排列)

主编:

谢开贵

委员:

白锐	曹永兴	陈艳波	程杉
董张卓	杜雄	房兆源	郭成
郝占军	何山	侯兴哲	汲胜昌
贾科	李辉	李勇	李振华
李志军	刘健	吕干云	梅生伟
朴昌浩	谭向宇	唐震	王志新
魏钢	杨博	杨国华	杨仕友
张晓星	张志劲	郑涛	曾宇

执行委员:

安小宇	陈民武	邓军	樊启高
郝建	李军徽	李永福	凌志斌
刘铨	刘刚	刘继权	刘小康
马红波	马志钦	彭庆军	陶果
汪可	王洪彬	王少华	王小宇
谢旭琛	熊连松	杨海马	杨涛
伊力哈木·亚尔买买提			由佳欣
张施令	张锦议	朱孟兆	

执行主编: 何欣 (023)67039621

编辑部主任: 陈胜 (023)67039613

编辑部: (023)63502993

E-mail: diangong@chinaet.net

市场部: (023)67039610

E-mail: matrevhx@sina.com

发行部: (023)63501714

地址: 重庆市渝北区洪湖西路18号

邮编: 401121

网址: www.chinaet.net

印刷: 重庆紫石东南印务有限公司

发行: 重庆市邮政局(国内外公开发行)

订阅: 全国各地邮局

邮发代号: 78-61

每期定价: 20.00元 \$5.00

国际标准连续出版物号: ISSN 1002-1388

国内统一连续出版物号: CN 50-1072/TM

广告经营许可证: (渝新两江)广准字(19)第007号

版权所有 不得转载

本刊常年法律顾问: 重庆百君律师事务所 刘凡强

律师办公电话: (023)67621818

地址: 重庆市渝北区洪湖东路财富大道2号财富A座7楼

凡发表在本刊的文章, 若没有特殊声明, 均视作者同意将信息网络传播权及转授权授予本刊

如有质量问题, 请与重庆紫石东南印务有限公司联系退换

地址: 重庆市北碚区蔡家岗镇嘉德大道99号(盈田·蔡家工谷27-2)

邮编: 400707

# EE 电力电气 电工技术

DIAN GONG JI SHU

半月刊 1980年创刊

2022/11期(总第569期) 2022年6月10日出版

## 目次

### 理论研究

- 1 基于改进PSO-Kmeans算法的实际日负荷曲线聚类分析\*  
章日升 况华 何鑫 等
- 7 基于多故障判据融合的小电流接地系统单相接地故障选线研究  
叶伟权
- 10 电力系统输电阻塞研究方向综述与讨论\*  
刘建林 李俊辉
- 12 瓷瓶对特高频局部放电检测影响的研究  
魏绍东 吴世宝 钟显铭
- 16 基于定转子分数槽集中绕组的双馈感应电机感应电压仿真分析\*  
周冰瑜 骆皓 翟长春 等
- 21 基于PSModel超大容量同步电动机直接起停探讨  
靳东星
- 25 基于混合预测方法的园区月用电量预测  
林洪 柏睿
- 28 改进遗传算法在线路故障隐患数据预处理中的应用  
綦浩楠 巩乃奇
- 32 基于无迹卡尔曼滤波的磁编码器设计\*  
郭以贺 刘东东 吴宁
- 36 基于滑模控制的维也纳整流器电流谐波抑制\*  
朱文杰 任聪 许赢 等
- 40 基于遗传算法的电动公交车换电站选址模型  
吕应龙

### 输配电工程

- 45 冻土区基础位移和沉降观测  
次仁尼玛
- 48 大规格角钢在±1100 kV特高压直流输电线路工程中的应用  
聂旭初 王苗苗
- 51 基于复合储能光伏电源技术的输电线路杆塔倾斜在线监测技术研究  
王郑 徐刚毅 彭超
- 53 基于数据挖掘算法的输电线路安全隐患预测方法  
冯雨晴 曹亚华
- 57 直流系统故障支路综合保护与隔离技术研究  
赵文元 杨军 严建海 等
- 61 基于旁路负荷开关应用的分支线检修方法  
金涛
- 63 输电导线流致振动响应及受力分析  
梁瑜 陈俊 杨蕴华 等
- 67 基于多旋翼无人机固定机巢自动巡检输电线路的控制技术研究  
王明
- 70 高土壤电阻率山地风电场降阻装置设计要点  
赵显泽

### 电气设备

- 74 电解铝晶闸管整流机组典型问题及改进措施  
郭喜鹏 刘峰

76	变电站110 kV GIS设备漏气分析				黄 展
78	10 kV旁路作业系统专用连接器开发与应用*	朱圣盼	陈德炜	周宏辉	等
81	一种新型的用于色谱检测的绝缘油真空稀释方法*	朱 娟	吴世宝	董 凯	等
83	某电厂一次风机变频器改造				尹笑飞
85	并联直流电源系统及其可靠性研究				刘 云
88	新型高抗拉屏蔽扁平结构电缆的研制				张 浩
90	基于ICEPAK的磁性元件散热优化设计	任晓平	许嘉沅	王珊珊	
93	核电厂双机组共用母线联锁设计缺陷及改进措施	王 鑫	魏彦勋	沈晓晖	
95	电力电缆局部放电特征分析及运维检修策略研究		张 旭	张 颖	
99	AP1000核电厂大容量水冷冷冻机电控柜调试及故障分析				申 琪
102	电源工作频率对万能式断路器温升试验影响的研究*			丁志东	董旭良
105	无负载时变压器差动保护电流回路正确性检查方法			谌铮松	曾玉章
107	一种新型直流快速开关设计	吴锦松	杨博闻	陈天翔	等
110	串补平台电容量变化因素与分析预测*	李 娜	王 昊	卢 顺	等

## 高压与绝缘技术

113	高压直流断路器残余电荷的分布及泄放	杨敏祥	吕志瑞	杨大伟	等
116	接地用铜覆钢铜层厚度计算方法及分析	何华林	张欣宜	王 森	等
119	串并联谐振在750 kV GIS特长母线交流耐压试验中的应用	陈博栋	吴玉硕	陈乾栋	等
122	基于污秽电流的避雷器在线监测的具体实施	张诏昌	沈宏伟	张 莉	等
126	轨道交通车辆整车自动导通耐压试验通用测试方法探讨	耿天宇	杨海军	张洪月	等
128	10 kV交联聚乙烯电缆接头微小缺陷时电气性能分析		李秀婧	徐 友	李建发
131	高压开关设备密度继电器连接直流接地问题分析及处理办法			贾 月	周海良
133	单芯海底电缆金属护层及铠装层环流的数值分析与计算*	覃 喜	周文俊	吕 鸣	等

## 智能信通技术

137	“多站融合”智慧能源站总体统筹布置优化研究	王乐天	姜伟豪	张 黎	等
141	基于SPCD的智能变电站光纤回路模型数据可视化方案研究	范坤鹏	栗江泽	张 朋	等
145	基于云边协同的配电网运行框架及应用研究	胡敬伟	张文雯	邓 力	等

## 发电厂

148	基于实际应用的大型水电站发变组保护动作结果选择				周 琪
153	压水堆机组稳压器电加热器更换标准流程研究			方银平	李 松
156	核电厂安全壳隔离阀密封失效分析与维修策略	郭裕丰	林御臣	王志永	等
158	智能自动化在峡山水库水电站改造中的应用研究			郭象赞	宋厚清
162	提高轴流转桨式水轮机调速器水头可靠性运行策略	冯 喆	郑德芳	于海洋	等
165	核安全级DCS系统功能安全及信息安全权衡技术探讨				张 磊
168	厂用电快切系统在VVER型核电机组中的应用和改进			刘 宇	程 凯
171	核电厂棒位探测器绝缘测试线路自动切换装置的设计				刘 阳
178	原水泵站运行模式的探索与设想				吴洁欣

## 电机

182	超超临界二次再热机组耦合发电系统建模与性能分析	张 振	林 睿	汤 翔	等
188	基于T-S观测器的港口异步电机故障诊断	王承坤	花 冬	范永乐	
190	绕组连接形式对开关磁阻电机性能影响的研究				曾 瑜
194	基于SHAP XAI的高过载永磁同步电机优化设计*	李 程	韩雪岩	朱龙飞	
201	净水厂设置柴油发电机的必要性及选择注意事项		崔亚伟	董凌云	

# ELECTRIC ENGINEERING

(Electric Power) No.11

## CONTENTS

### Theoretical Research

- 1 Cluster Analysis of Actual Daily Load Curve Based on Improved PSO-Kmeans Algorithm\* ..... QIN Risheng KUANG Hua HE Xin et al
- 7 Research on Single-phase Grounding Fault Line Selection of Small Current Grounding System Based on Multi Fault Criterion Fusion ..... YE Weiquan
- 10 Review and Discussion on the Research Direction of Transmission Congestion in Power System\* ..... LIU Jianlin LI Junhui
- 12 Research on the Influence of Porcelain Bottle on UHF Partial Discharge Detection ..... WEI Shaodong WU Shibao ZHONG Yuming
- 16 Simulation Analysis of Induced Voltage of Doubly Fed Induction Motor Based on Fractional Slot Concentrated Winding of Stator and Rotor\* ..... ZHOU Bingyu LUO Hao ZHAI Changchun et al
- 21 Discussion on Direct Starting of Super-capacity Synchronous Motor Based on PSModel ..... JIN Dongxing
- 25 Prediction of Monthly Electricity Consumption in Parks Based on Hybrid Forecasting Method ..... LIN Hong BAI Rui
- 28 Application of Improved Genetic Algorithm in Line Fault Hidden Danger Data Preprocessing ..... QI Haonan GONG Naiqi
- 32 Design of Magnetic Encoder Based on Unscented Kalman Filter\* ..... GUO Yihe LIU Dongdong WU Ning
- 36 Current Harmonic Suppression of Vienna Rectifier Based on Sliding Mode Control\* ..... ZHU Wenjie REN Cong XU Ying et al
- 40 Location Model of Electric Bus Swap Station Based on Genetic Algorithm ..... LV Yinglong

### Power Transmission and Distribution Engineering

- 45 Observation of Foundation Displacement and Settlement in Permafrost Region ..... CIREN Nima
- 48 Application of Large Size Angle Steel in  $\pm 1100$  kV UHV DC Transmission Line Project ..... NIE Xuchu WANG Miaomiao
- 51 Research on On-line Monitoring Technology of Transmission Line Tower Inclination Based on Composite Energy Storage Photovoltaic Power Supply Technology ..... WANG Zheng XU Gangyi PENG Chao
- 53 Prediction Method of Transmission Line Hidden Danger Based on Data Mining Algorithm ..... FENG Yuqing CAO Yahua
- 57 Research on Comprehensive Protection and Isolation Technology of Fault Branch Circuit in DC System ..... ZHAO Wenyuan YANG Jun YAN Jianhai et al
- 61 Branch Line Maintenance Method Based on Application of Bypass Load Switch ..... JIN Tao
- 63 Fluid-induced Vibration Response and Force Analysis of High-voltage Transmission Lines ..... LIANG Yu CHEN Jun YANG Yunhua et al
- 67 Research on Control Technology of Automatic Inspection of Transmission Line Based on Fixed Nest of Multi Rotor UAV ..... WANG Ming
- 70 Design Points of Resistance Reduction Device for Wind Farm in Mountainous Area with High Soil Resistivity ..... ZHAO Xianze

### Electrical Equipment

- 74 Typical Problems and Improvement Measures of Electrolytic Aluminum Thyristor Rectifier Unit ..... GUO Xipeng LIU Feng
- 76 Air Leakage Analysis of 110 kV GIS Equipment in Substation ..... HUANG Zhan
- 78 Development and Application of Special Connector for 10 kV Bypass Operation System\* ..... ZHU Shengpan CHEN Dewei ZHOU Honghui et al
- 81 A Novel Vacuum Dilution Method of Insulating Oil for Chromatogram Testing\* ..... ZHU Juan WU Shibao DONG Kai et al
- 83 Transformation of Primary Air Fan Frequency Converter in a Power Plant ..... YIN Xiaofei
- 85 Research on Parallel DC Power Supply System and Its Reliability ..... LIU Yun
- 88 Development of a Novel High Tensile Strength Shielded Flat Structure Cable ..... ZHANG Hao
- 90 Thermal Optimization Design of Magnetic Components Based on ICEPAK ..... REN Xiaoping XU Jiayun WANG Shanshan
- 93 Design Defects and Improvement Measures of Bus Interlocking for Dual Units in Nuclear Power Plant ..... WANG Xin WEI Yanxun SHEN Xiaohui
- 95 Analysis of Partial Discharge Characteristics of Power Cables and Research on Strategy of Operation and Maintenance ...

- .....ZHANG Xu ZHANG Ying  
 99 Debugging and Fault Analysis of the Electric-controlled Cabinet for High-Capacity Water Cooled Chillers in AP1000 Nuclear Power Plant ..... SHEN Qi  
 102 Research on Influence of Power Operating Frequency on Temperature Rise Test of Air Circuit Breaker\* ..... DING Zhidong DONG Xuliang  
 105 Correctness Checking Method for Transformer Differential Protection Current Circuit Without Load ..... CHEN Zhengsong ZENG Yuzhang  
 107 Design of a Novel DC Fast Switch ..... WU Jinsong YANG Bowen CHEN Tianxiang et al  
 110 Analysis and Prediction of Capacitance Variation Factors of Series Compensation Platform\* ..... LI Na WANG Hao LU Shun et al

## High Voltage and Insulation Technology

- 113 Distribution and Release of Residual Charge of HVDC Breaker ..... YANG Minxiang LV Zhirui YANG Dawei et al  
 116 Calculation Method and Analysis of Copper Layer Thickness of Copper-clad Steel for Grounding ..... HE Hualin ZHANG Xinyi WANG Sen et al  
 119 Application of Series Parallel Resonance in AC Withstand Voltage Test of 750 kV GIS Extra-long Bus ..... CHEN Bodong WU Yushuo CHEN Qiangdong et al  
 122 Specific Implementation of Lightning Arrester Online Detection Based on Dirty Current ..... ZHANG Zhaochang SHEN Hongwei ZHANG Li et al  
 126 Discussion on General Test Method for Automatic Conduction Withstand Voltage Test of Rail Transit Vehicles ..... GENG Tianyu YANG Haijun ZHANG Hongyue et al  
 128 Electrical Performance Analysis of 10 kV XLPE Cable Joint with Small Defects ..... LI Xiujing XU You LI Jianfa  
 131 Analysis and Treatment Methods of DC Grounding of Density Relay Connection in High Voltage Switchgear ..... JIA Yue ZHOU Hailiang  
 133 Numerical Analysis and Calculation of Circulation Currents in Metal Sheath and Armor of Single Core Submarine Cable\* ..... QIN Xi ZHOU Wenjun LV Ming et al

## Intelligent Information and Communications Technology

- 137 Research on the Optimization of Overall Planning and Layout of "Multi-station Integration" Smart Energy Station ..... WANG Letian JIANG Weihao ZHANG Li et al  
 141 Research on Data Visualization Scheme of Optical Fiber Loop Model in Smart Substation Based on SPCD ..... FAN Kunpeng LI Jiangze ZHANG Peng et al  
 145 Research on Operation Framework and Application of Distribution Network Based on Cloud-edge Collaboration ..... HU Jingwei ZHANG Wenwen DENG Li et al

## Power Plant

- 148 Selection of Protection Action Results of Generator Transformer Unit in Large Hydropower Station Based on Practical Application ..... ZHOU Qi  
 153 Study on Standard Process for Replacement of Pressurizer Electric Heater of PWR Unit ..... FANG Yinping LI Song  
 156 Seal Failure Analysis and Maintenance Strategy of Containment Isolation Valve in Nuclear Power Plant ..... GUO Yufeng LIN Yuchen WANG Zhiyong et al  
 158 Study on the Application of Intelligent Automation in the Reconstruction of Xiashan Hydropower Station ..... GUO Xiangyun SONG Houqing  
 162 Operation Strategy for Improving Hydraulic Head Reliability of Kaplan Turbine Governor ..... FENG Zhe ZHENG Defang YU Haiyang et al  
 165 Discussion on Trade-off Technology Between Functional Safety and Information Security of Nuclear Safety DCS System ..... ZHANG Lei  
 168 Application and Improvement of Auxiliary Power Quick Switching System in VVER Nuclear Power Plant ..... LIU Yu CHENG Kai  
 171 Design of Automatic Switching Device for Insulation Test Circuit of Rod Position Detector in Nuclear Power Plant ..... LIU Yang  
 178 Exploration and Assumption of Operation Mode of Raw Water Pump Station ..... WU Jiexin

## Motor

- 182 Modeling and Performance Analysis of Coupled Power Generation System of Ultra-supercritical Double Reheat Unit ..... ZHANG Zhen LIN Rui TANG Xiang et al  
 188 Fault Diagnosis of Port Asynchronous Motor Based on T-S Observer ..... WANG Chengkun HUA Dong FAN Yongle  
 190 Research on the Influence of Winding Connection Form on the Performance of Switched Reluctance Motor ..... ZENG Yu  
 194 Optimized Design of High Overload Permanent Magnet Motor Based on SHAP XAI\* ..... LI Cheng HAN Xueyan ZHU Longfei  
 201 Necessity of Setting Diesel Generator in Water Purification Plant and Matters Needing Attention in Selection ..... CUI Yawei DONG Lingyun